Lane Medical Library

Beitrag zur Bestimmung zusammengesetzter Reactionszeiten.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen medizinischen Fakultät

der

Rupprecht-Karls-Universität Heidelberg

vorgelegt von

ERNST ROEMER

appr. Arzt aus Barmen.

Dekan:
Geh. R. Prof. Dr. Gegenbaur.

Referent:
Prof. Dr. Kraepelin.

Leipzig

Wilhelm Engelmann

1896.

Sonderdruck a. d. Psycholog. Arbeiten von E. KRAEPELIN.
I. Band, 4. Heft.

Dem

Andenken meines Vaters

gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153311_0038

Inhaltsverzeichniss.

Seite

1. Bisherige Methoden 7
2. Neue Apparate 13
   a. Der optische Reizapparat 13
   b. Der Schallschlüssel 18
3. Versuche mit Wahlreactionen 25
4. Versuche mit Wortreactionen 35
5. Schluss.

1. Bisherige Methoden.

Der Zweck, den wir mit der Messung psychischer Zeiten verfolgen, ist nicht immer der gleiche. Den Psychologen von Fach interessirt vielleicht die Dauer der Reaction, das zeitliche Verhalten eines einfachen psychischen Vorganges an sich; er vergleicht verschiedene Arten von Reactionen unter einander und gewinnt dadurch Aufschlüsse über die Zusammensetzung der einzelnen Formen. Er erhält auf diesem Wege eine reine »Wahlzeit«, eine »Erkennungszeit«, »Apperceptionszeit« u. s. w. Das Interesse an der bloßen Bestimmung dieser Zeiten ist heute wohl nicht mehr dasselbe wie vor Jahren, vielleicht weil man einsieht, dass die Kenntniss solcher Normalwerthe kaum weiterreichende wissenschaftliche Bedeutung hat. Aber insofern ist sie von Wichtigkeit, als wir diese normalen Zahlen mit anomalen vergleichen und daraus gewisse Schlüsse ziehen können. Wer die normale Wahl- oder Wortreactionszeit bestimmen will, dem wird es darauf ankommen, dass die einzelnen Werthe möglichst genau sind, und die Apparate, die er benutzt, möglichst empfindlich und exact. Da ihm unter solchen Umständen eine kleine Anzahl von Versuchen genügt, kann er dem einzelnen erhöhte Sorgfalt widmen.

Wesentlich anders liegen die Dinge für den Irrenarzt, dem es hauptsächlich auf die Abweichungen von der Gesundheitsbreite

ankommt. Die Psychologie als Hilfsdisciplin der Psychiatrie befindet sich heute noch in ihren Anfängen, und bevor wir bestimmte experimental-psychologische Methoden zur Untersuchung krankhafter Geisteszustände selbst ausgebildet haben werden, müssen wir auf experimentellem Wege die psychologischen Grundlagen der Geistesstörungen festzustellen suchen. Wir müssen geistige Vorgänge, besonders beim Gesunden, unter den verschiedensten Umständen, vor und nach der Nahrungsaufnahme, zu verschiedenen Zeiten nach dem Schlafe, nach körperlicher, nach geistiger Ermüdung, in der Erholung, unter der Einwirkung von Giften u. s. w. untersuchen. Da würden uns einzelne noch so exacte Messungen wenig nützen, weil sie uns höchstens über kleine Abschnitte von Vorgängen, aber kaum über längere Zeit dauernde Zustände aufklären würden. Gerade die psychischen Zeitmessungen bilden in diesem Sinne eine wichtige Methode, da wir mit ihrer Hilfe die Entwicklung besonderer Bewusstseinszustände in ihrem ganzen Verlaufe verfolgen können, ohne durch den Versuch selbst erhebliche Veränderungen zu bewirken, im Gegensatze zu den sog. »continuirlichen Methoden«, bei denen eingreifende Veränderungen im Ablaufe der geistigen Vorgänge durch Uebung, Ermüdung und eine Reihe anderer Einflüsse unvermeidlich sind. Jener Zweck der Zeitmessungen erfordert, dass wir in kurzer Zeit möglichst viele exacte Messungen vorzunehmen im stande sind. Es ist klar, dass bis zu einem gewissen Grade mit der Schnelligkeit des Experimentirens die Zuverlässigkeit desselben abnimmt; allein was die einzelne Zahl an Werth einbüßt, das wird zum guten Theile durch die große Anzahl der Messungen ausgeglichen, die uns ein brauchbares wahrscheinliches Mittel liefert.

Von den Apparaten, deren wir dazu bedürfen, müssen wir fordern, dass sie rasch und leicht zu handhaben sind, und dass sie zuverlässig arbeiten. Der Fehler eines Apparates darf eine gewisse Größe haben, aber er muss constant sein, und er muss vor allem bekannt, gemessen sein. Die in den psychologischen Laboratorien bisher gebräuchlichen Apparate sind für unsere Zwecke deshalb kaum zu benutzen, weil sie meist schwer zu handhaben sind. Dahin gehören das Spaltpendel, das im Leipziger Laboratorium zu Versuchen mit optischen Reizen benutzt wird, der Cattell'sche

Fallapparat, der Cattell'sche Lippenschlüssel und der Cattell'sche Schallschlüssel. Alle diese Apparate waren von vornherein nicht zu Versuchen geeignet, wie wir sie an Geisteskranken ausführen müssen. Und wo mit ihrer Hilfe oder auf ähnlichem Wege derartige Versuche unternommen wurden, sind sie, wie leicht erklärlich ist, an der Methode selbst gescheitert. Ich erinnere nur an die Experimente von Buccola[1]) und an die von Walitzkaja[2]). Eine eigens für psychiatrische Zwecke bestimmte Methode ist bis jetzt wohl nur von Kraepelin ausgebildet worden. Ich werde darauf sogleich zurückkommen. Eine andere, die vor Kurzem erst von Ziehen[3]) angegeben worden ist, brauche ich hier nicht eingehend zu besprechen, zumal ich das an anderer Stelle bereits gethan habe[4]); sie ist allzu roh und fehlerhaft, um ernstlich für unsere Zwecke in Betracht zu kommen. Ziehen benutzt weder einen Reiz- noch einen Reactionsapparat, sondern der Registrirende setzt ein Uhrwerk auf mechanischem Wege möglichst gleichzeitig mit dem Aussprechen des Reizwortes in Gang und arretirt es auf dieselbe Art, wenn er die Reaction vernommen hat. Im Laufe der letzten Jahre wurde im Laboratorium der Heidelberger Irrenklinik besonders ein sog. Lippenschlüssel benutzt, auf dessen ausführliche Besprechung in Kraepelin's Buche[5]) ich verweise. Der Apparat hat den großen Vorzug, dass er ein sehr rasches Arbeiten ermöglicht; bei einiger Uebung kann man 100 Wahl- oder Wortreactionen in 8—12 Minuten ausführen. Auf der anderen Seite hat der Apparat auch Fehler, die mir eine neue Methode erwünscht machten.

Der Reiz-Gebende drückt den unteren, beweglichen Arm des

---

1) Buccola, G., La legge del tempo nei fenomeni del pensiero. Bibl. scient. intern. Milano 1883.

2) Walitzkaja, M. K., Zur Frage der psychophysischen Messungen bei Geisteskranken. Wjestnik Psych. von Merschejewski, VI, 1.

3) Ziehen, Ueber Messungen der Associationsgeschwindigkeit bei Geisteskranken, namentlich bei circulärem Irresein. Neurologisches Centralblatt. 1896. No. 7.

4) Zur Frage psychischer Zeitmessungen an Geisteskranken. Zeitschrift für Psychologie u. Physiologie der Sinnesorgane. Bd. XII. Heft 2.

5) Ueber die Beeinflussung einfacher psychischer Vorgänge durch einige Arzneimittel, S. 17—22.

Lippenschlüssels mit der Unterlippe gegen den oberen Arm; sobald die erste Sprechbewegung ausgeführt wird, fällt jener erstere auf einen Contactstift; der Strom wird geschlossen; der Zeiger des Chronoskopes kreist. Der Reagirende drückt in derselben Weise den unteren Arm mit seiner Lippe nach oben gegen einen Contactstift und hält dadurch den Strom geschlossen; sobald er spricht — es handele sich um Wortreactionen —, fällt der Arm herab; der Strom wird geöffnet; der Zeiger steht. Es wird also vom Chronoskope die Zeit gemessen, welche vergeht von der ersten Sprechbewegung des Reiz-Gebenden bis zur ersten des Reagirenden. Diese Zeit enthält im Falle der Wortreaction noch einen Theil der Dauer des gesprochenen Wortes, das, wenn es einsilbig ist, wohl meist erst nach dem beendigten Sprechacte appercipirt wird [1]). Die Sprechdauer für einsilbige Worte beträgt nach Kraepelin 120—150 σ. Nun vergehen aber beim Fallen des unteren Armes noch 20 σ, bis derselbe den Contactstift berührt; die erste Sprechbewegung beginnt also mindestens 20 σ früher als der Stromschluss. Bei Abrechnung dieser Zeit bleiben also noch ca. 100 σ, um welche die mit dem Lippenschlüssel gemessene Wortreaction zu groß wäre — immer vorausgesetzt, dass dieser Fehler constant ist und alle unsere Annahmen zutreffen. Wir werden später sehen, dass das Letztere nicht der Fall ist. Jener Fehler ist offenbar von persönlichen Eigenthümlichkeiten sehr abhängig. Denn es ist wahrscheinlich, dass das Loslassen des unteren Armes keineswegs genau gleichzeitig mit der Sprechbewegung erfolgen wird, sondern entweder zu früh oder zu spät. Im ersten Falle werden wir durch den Fehler des Registrirenden zu lange Werthe erhalten; im zweiten Falle ist es umgekehrt. Nach meinen Beobachtungen schien es mir, als ob der Lippenschlüssel meist zu früh losgelassen würde. Man kann nun zwar mit einiger Wahrscheinlichkeit sagen, dass dieser persönliche Fehler bei einem und demselben Menschen verhältnissmäßig constant sein wird, und man müsste dann selbstverständlich bei jeder mehrtägigen Reihe von Reactionsmessungen immer dieselbe Person registriren lassen. Die Erfahrungen, die im Heidelberger Laboratorium mit dem Lippenschlüssel gemacht wurden, wo er fast ausschließlich

1) Ueber abweichendes Verhalten einzelner Personen siehe unten S. 43 u. 44.

auf diese Weise zur Verwendung kam, bestätigen diese Erwartung entschieden; das beweisen am besten die bis jetzt mit der Methode gewonnenen Ergebnisse. Allerdings ist damit, dass uns der Fehler nicht ohne weiteres auffällt, noch nicht bewiesen, dass er überhaupt nicht vorhanden ist. Jedenfalls ist der betr. Fehler, wie auch aus Tabelle IV S. 31 hervorgeht, außerordentlich constant, beeinträchtigt also unter diesen Umständen das Ergebniss nicht im geringsten. Anders liegen aber die Verhältnisse, wenn mehrere Personen mit dem Registriren abwechseln. Bei einer mehrtägigen Reihe von Wahlreactionen, die Herr Dr. Fürer ausführte, ließ sich der Registrirende, Herr Dr. Aschaffenburg, einmal durch Herrn Dr. Groß vertreten. Ich theile die Zahlen dieser Versuche mit Genehmigung von Herrn Dr. F. hier mit.

Tabelle I.

	Mittel aus je 100 Messungen.			
Dr. Asch.	398	418	406	396
Dr. Groß	314	293	300	304

Sie liegen also ungefähr 100 σ auseinander. Sämmtliche Versuche waren Normalversuche, unter sonst gleichen Bedingungen ausgeführt. Da die Versuchsperson auch keinen subjectiven Grund, wie Ermüdung, schlechte Disposition etc., für diesen auffälligen Unterschied angeben konnte, so ist es wahrscheinlich, dass derselbe überhaupt nicht in der Versuchsperson seine Ursache hatte. Bei dieser Gelegenheit wurde die Ansicht ausgesprochen, dass er sich vielleicht durch den verschiedenen Rhythmus, den die beiden Registrirenden in der Folge von Signal und Reiz inne hielten, oder durch das verschiedene Zeitmaß erklären ließe, in dem die Versuche ausgeführt wurden. Ich hoffte damals, dass diese Annahme sich als falsch erweisen würde, und dass der Unterschied eine Folge des verschiedenen persönlichen Fehlers sei, des vorzeitigen oder verspäteten Loslassens. Denn meiner Ansicht nach wären unsere Reactionsmessungen als experimentelle Methode gerichtet, wenn

schon der bloße Unterschied im Zeitmaße des Versuches Abweichungen von 100 σ hervorzubringen vermöchte. Dieser Fehler würde ja auch mit anderen, noch so genauen Apparaten zu Stande kommen können.

Nun giebt es aber andere Fälle, in denen die Annahme nahe liegt, dass der persönliche Fehler des Lippenschlüssels sich ändern kann. Es ist klar, dass dies von großer Tragweite sein würde. Ich setze den Fall, dass Versuche etwa nach abgekürztem Schlafe gemacht werden, in einem Zustande also, in dem nicht nur die Versuchsperson, sondern auch der Registrirende hochgradig ermüdet ist. Jeder, der selbst einmal unter ähnlichen Verhältnissen mit dem Lippenschlüssel gearbeitet hat, weiß, wie sich die persönlichen Fehler, die er bemerkt, mehren, besonders das vorzeitige Loslassen. Aber sie mehren sich ganz sicher nicht nur bei der Versuchsperson, sondern mindestens ebenso auch beim Registrirenden, der erstens viel mehr bei dem Versuche zu thun hat als jene, und zweitens seine ganze Aufmerksamkeit auf das Zifferblatt des Chronoskopes richten muss. Durch diesen auf beiden Seiten zunehmenden Fehler würde das Ergebniss erheblich getrübt werden.

Schließlich giebt es noch Versuchspersonen, die sich außerordentlich schwer an den Lippenschlüssel gewöhnen, ganz abgesehen von Kranken, die meist gar nicht damit umgehen können. Ich registrirte einst bei einem Versuche eines Collegen, dessen guter Wille sicher über jedem Zweifel stand. Es handelte sich um Wortreactionen, und ich arbeitete mit dem weiter unten beschriebenen optischen Reizapparate, bei dem ein persönlicher Fehler unmöglich ist, während die Versuchsperson die erscheinenden Reizworte am Lippenschlüssel nachsprach. Ich war nun sehr erstaunt, dass ich fortwährend Zeiten von 30—50 σ erhielt, und dass in sehr vielen Fällen der Zeiger des Chronoskopes überhaupt stehen blieb. Deswegen fragte ich die Versuchsperson, welche Werthe sie für Wortreactionen gehabt habe, als mit 2 Lippenschlüsseln gearbeitet worden war, und erfuhr, dass sich dann oft Zeiten von 80 bis gegen 200 σ herausgestellt hätten. Das lag ganz offenbar daran, dass diese Versuchsperson viel zu früh losließ und dann erst reagirte. Beim Experimentiren mit 2 Lippenschlüsseln wurde dieser Fehler theilweise verdeckt durch den des Registrirenden, der ebenfalls zu früh losließ, wodurch die Zeiten verlängert wurden. Solche Vorkomm-

nisse dürften nun allerdings Ausnahmen bilden, und wer einigermaßen sich selbst beobachtet, der wird mit fortschreitender Uebung seinen persönlichen Fehler für gewöhnliche Verhältnisse auf ein constantes Maß bringen. Wünschenswerth erschien es aber trotzdem, ohne solche Fehlerquellen zu arbeiten, zumal wir unsere Messungen in σ ausführen.

2. Neue Apparate.

Aus den im Vorstehenden dargelegten Gründen hegte ich den Wunsch, über eine Methode zu verfügen, die bequem und fehlerfrei wäre. Im Interesse der Zuverlässigkeit schien es mir auch wünschenswerth, besonders zu länger ausgedehnten Associationsversuchen den Reiz nicht akustisch, sondern optisch geben zu können. Denn beim gesprochenen Worte lässt sich oft nicht feststellen, ob das besonders in der Ermüdung häufig vorkommende Nichtverstehen des Reizwortes auf einer Abnahme der Auffassungsfähigkeit oder auf der undeutlichen Aussprache seitens des Reizgebenden beruht. Der Auffassungsfehler optischen Reizen gegenüber wird sich natürlich ganz anders äußern, aber er wird sich äußern. Vorgreifend will ich hier bemerken, dass in der Ermüdung von sämmtlichen Versuchspersonen einzelne Buchstaben, besonders der Anfangsbuchstabe, mit ähnlich aussehenden verwechselt wurden. Ferner schien mir für den Reagirenden ein Apparat wünschenswerth, den womöglich auch ungeschickte Versuchspersonen leicht handhaben könnten. Zu diesem Zwecke habe ich zwei Apparate angegeben, die von Herrn Mechaniker Runne in Heidelberg hergestellt wurden.

a. Der optische Reizapparat.

Der erste, den ich optischen Reizapparat genannt habe, ist in Figur I abgebildet. Er ist folgendermaßen gebaut: Der gusseiserne Tisch A, der mit drei Gummifüßen versehen ist, trägt 2 Säulen, B und B_1, deren jede an ihrem Kopfe ein Lager besitzt, in dem die Messingplatte C drehbar befestigt ist. Bei B_1 ist zwischen Platte und Säule eine Trommel E angebracht, in der eine Spiralfeder liegt. Diese ist bei

der in der Figur wiedergegebenen Stellung der Platte gespannt. In dieser Stellung wird die Platte gehalten durch die Nute G des federnden Hebels F. Drückt man den Griff K desselben leicht nach unten, so verlässt die Nute den Zapfen der Platte und diese vollzieht eine halbe Umdrehung, sodass ihr Zapfen D an den Contactstift H anschlägt, von dem er aufgehalten wird. Dabei schnellt er zwischen zwei federnde

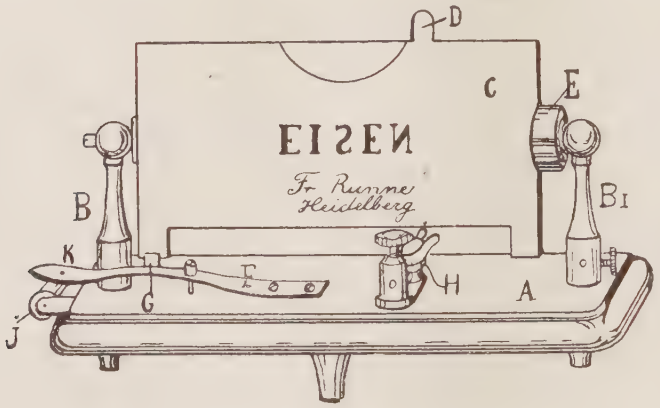

Fig. I.

Metallarme zu beiden Seiten des Stiftes, die den Zweck haben, ein Zurückprallen der Platte zu verhindern oder beim Zurückprallen die leitende Verbindung mit dem Contacte zu erhalten. Vor dem Contactstifte, in der Figur nach dem Beschauer zu, ist eine Klemme angebracht, welche mit dem Stifte leitend verbunden ist. Eine zweite Klemme befindet sich am Fuße der Säule B_1. An der in der Figur nicht sichtbaren Fläche der Platte befindet sich auf jeder Seite, parallel mit dem schmalen Rande derselben, eine Feder, durch welche die Karte, deren oberen Rand man in dem Ausschnitte der Platte neben D bemerkt, gegen die Platte angedrückt wird. Auf der Karte steht ein beliebiges Reizwort gedruckt, das in der Figur durch die Platte durchscheinend gedacht ist.

Die Versuchsanordnung ist nun die folgende. Der elektrische Strom verbindet B_1 mit dem Chronoskope und geht von diesem durch den Apparat des Reagirenden zur Klemme auf der Fußplatte und zum Contactstifte H. Drückt man jetzt auf den Griff des Hebels, so schließt beim Herumschnellen der Platte der Zapfen D

mit *H* in dem Momente den Strom, wo das Reizwort aufrecht sichtbar wird. Soll der Versuch erneuert werden, so dreht man die Platte wieder zurück, wobei der abgeschrägte Zapfen die Nute der Feder herunterdrückt, welche dann hinter ihm einspringt. Dann zieht man die Karte nach oben heraus und ersetzt sie durch eine neue.

Der Apparat ist sehr leicht zu handhaben und hat den Vortheil, dass der Reiz in seiner ganzen Ausdehnung gleichzeitig gegeben ist, nicht wie beim Vorsprechen eines Reizwortes successiv. Bekanntlich fassen wir mehrere neben einander gegebene optische Reize ebenso schnell auf wie einen einzelnen. Wundt[1]) bemerkt hierzu: Es findet sich, »dass man im Stande ist, 4—5 unverbundene Gesichtseindrücke (Linien, Buchstaben, Ziffern) gleichzeitig zu appercipiren. Diese Zahl steigert sich etwa auf das Dreifache ihrer Größe, wenn die Eindrücke in eine bekannte Vorstellung eingehen«. Ich habe in früheren Versuchen vergleichsweise mit dem optischen Reizapparate einsilbige und zweisilbige Wörter benutzt und fand, dass die Reactionen auf beide gleich lang ausfielen, ja, mitunter waren sie auf zweisilbige kürzer als auf einsilbige. Das hatte jedenfalls seinen Grund in dem doppelt so großen Druck der letzteren, die dadurch schwerer zu übersehen waren, als die kleiner gedruckten, aber buchstabenreicheren zweisilbigen.

Zunächst kam es nun darauf an, den Fehler des Apparates genau zu bestimmen. Einen Fehler kann man vielleicht in dem Geräusche erblicken, das beim Anschlagen des Zapfens *D* an den Contactstift entsteht und das im Beginne für die meisten Personen störend ist. Ich kann aber hinzufügen, dass sich jeder, der bis jetzt mit dem Apparate gearbeitet hat, in kurzer Zeit daran gewöhnt hat. Ein constanter Fehler könnte ferner abhängen von der Geschwindigkeit, mit der sich die Platte dreht, also von der Spannung der Spiralfeder, die man in gewissen Grenzen beliebig erhöhen oder herabsetzen kann. Die Feder zu stark zu spannen, möchte ich nicht rathen, da sonst die Contacte leiden können und der Anprall zu laut und störend wird. Das Reizwort kommt nun aber nicht erst im Augenblicke des Stromschlusses, sondern schon etwas vorher zur Erscheinung. Stellt man z. B. den Apparat auf

1) Physiolog. Psychol. IV. Auflage. Bd. II, S. 289.

den Fußboden, so dass man senkrecht auf ihn herabsieht, und lässt dann die Platte sich drehen, so vermögen einzelne Beobachter mit rascher Auffassung das Wort in dem Augenblicke zu lesen, wo die Platte horizontal steht, also erst die Hälfte ihrer Umdrehung ausgeführt hat. Für den Versuch kommt das allerdings nicht in Betracht, weil man sich da vor dem Apparate befindet, nicht über ihm. Nur die ersten Apparate waren so gebaut, dass die gedruckte Seite der Karte sich nach oben drehte; die folgenden habe ich so anfertigen lassen, dass sich diese Seite nach unten dreht und also erst kurz vor dem Anschlagen an den Stift sichtbar wird. Das macht, wenn der Apparat auf dem Versuchstische steht und die Versuchsperson davor sitzt, vielleicht $^1/_5$—$^1/_6$ der ganzen Umdrehungszeit aus. Es hat sich nun aber herausgestellt, dass diese Verschiedenheit der Umdrehungsart bei den eigentlichen Versuchen ganz gleichgiltig ist. Bei diesen ergab sich nämlich die Nothwendigkeit, den Apparat ungefähr 50 cm über der Tischplatte anzubringen, etwas über Augenhöhe des Reagirenden, weil dieser vor sich in Mundhöhe den Trichter des weiter unten beschriebenen Schallschlüssels hat. Unter diesen Umständen ist die erhöhte Stellung des optischen Reizapparates für die Versuchsperson, die sich bequem im Stuhle zurücklegen und eine ungezwungene Kopfhaltung einnehmen kann, sehr angenehm. Sobald sich nun die bedruckte Seite der Karte nach oben dreht, kommt sie, da das Auge der Versuchsperson etwas tiefer liegt als der Apparat, dieser erst dann zu Gesicht, wenn die Platte schräg von oben hinten nach unten vorn steht, d. h. wenn die dem Beschauer zugewendete Seite nur noch etwa $^1/_4$ ihrer Umdrehungszeit zurück zu legen hat. Dreht sie sich aber nach unten, so kommt jetzt das Wort etwa eben so früh zur Erscheinung, weil man nun die Karte etwas früher sehen kann, als wenn der Apparat tief steht. Dieser Umstand — das vorzeitige Erscheinen des Wortes — kommt jedoch in Wirklichkeit in beiden Fällen nicht in Frage, da Jeder sein Auge nicht auf diese zu erwartende schräge Fläche, sondern auf die senkrecht stehende Platte einstellt, wie er sie zu Beginn des Versuchs sieht. Immerhin war es nöthig, die Umdrehungszeit zu bestimmen, und ich habe zu diesem Zwecke mit Hilfe des in Figur II abgebildeten Contactapparates die Messungen vorgenommen.

Der einfache kleine Apparat besteht aus einem Hartgummistück *A*, an dessen einer Seite (in der Figur II *B* sichtbar) sich eine Klemmschraube *E* befindet, die mit einem Contactstifte quer durch *A* hindurch und auf der anderen Seite mit *B* etwas über die Fläche

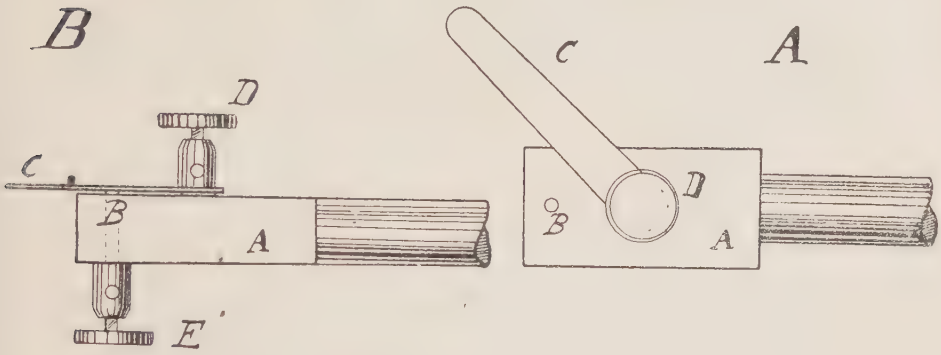

Fig. II.

hinausragt. Eine zweite Klemme *D* befindet sich auf dieser letzteren Seite; an ihr ist drehbar eine kleine längliche Metallplatte *C* befestigt. Leitet man einen elektrischen Strom von einer Klemme zur anderen, so ist derselbe geschlossen, wenn die Platte so gedreht wird, dass sie *B* berührt.

Die Messungen wurden am Kymographion in folgender Weise ausgeführt. Den Contactapparat brachte ich mit *C* nach unten so vor der Platte des optischen Reizapparates an, dass der Zapfen *D* desselben beim Losschnellen die Platte *C* zur Seite schlagen musste. Ich verband nun, wie Fig. III schematisch darstellt, ein Trockenelement einerseits mit einer Klemme eines elektrischen Signales, andererseits mit einer des optischen Reizapparates, die zweite Klemme desselben wieder mit dem Signale, und beide Klemmen des optischen Reizapparates noch mit denen des Contactapparates.

Wenn nun die Platte so stand, dass der Zapfen *D* sich oben befand, und die kleine Platte *C* des Contactapparates *B* berührte, war der Strom geschlossen (vergl. Fig. I und II). Dies war zu Anfang jedes Versuches der Fall (Fig. III a). Sobald sich aber die Platte bewegte, wurde *C* zur Seite geschlagen, der Strom geöffnet und das Signal machte auf der Trommel einen Oeffnungsstrich.

Kam dann der Zapfen *D* bei *H* an, so wurde im Reizapparat der Strom wieder geschlossen (Fig. III b) und das Signal machte einen Schließungsstrich. Das Intervall zwischen diesen beiden Strichen gab die Umdrehungszeit der Platte an. Die Zeit wurde vermittelst einer Stimmgabel, die 100 Schwingungen pro Sec. ausführte, auf der Trommel aufgezeichnet. Ich erhielt auf diese Weise für den ersten Apparat eine durchschnittliche Umdrehungszeit von 0,10 Sec.,

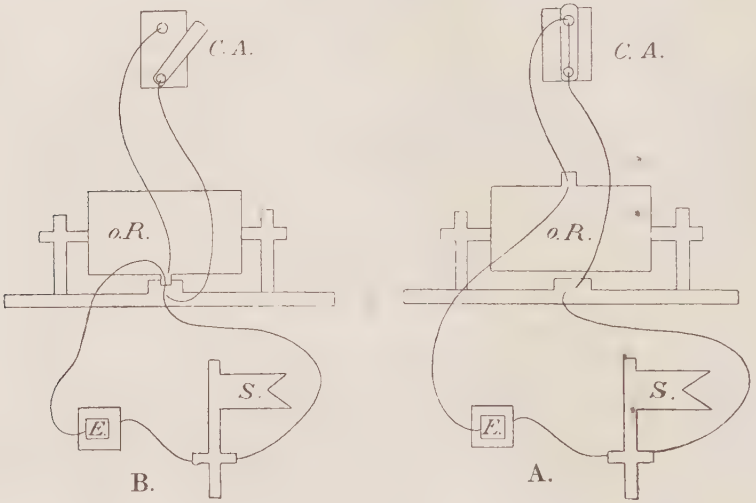

Fig. III.

für den zweiten eine solche von 0,12 Sec. Bei diesem war die Spannung der Spiralfeder etwas geringer. Für die Reactionsversuche würde etwa der 1. Theil dieser Zeit in Betracht kommen, also ungefähr 0,025 und 0,03 Sec.; um diesen Betrag höchstens könnte das Wort früher wahrgenommen werden, wenn unser Auge in dem betreffenden Momente auf dasselbe eingestellt wäre, was aber nicht der Fall ist. Die mit dem optischen Reizapparate gemessene Reactionszeit kann also nahezu als richtig gelten.

b. Der Schallschlüssel.

Der andere Apparat, der nach meinen Angaben von Herrn Runne construirt wurde, ist ein sog. Schallschlüssel; er ist besonders für den Reagirenden bestimmt, lässt sich aber auch als

akustischer Reizapparat verwenden. Im Principe hat er Aehnlichkeit mit dem von Cattell angegebenen Schallschlüssel[1]). Fig. IV giebt den Apparat schematisch im Längsdurchschnitte wieder.

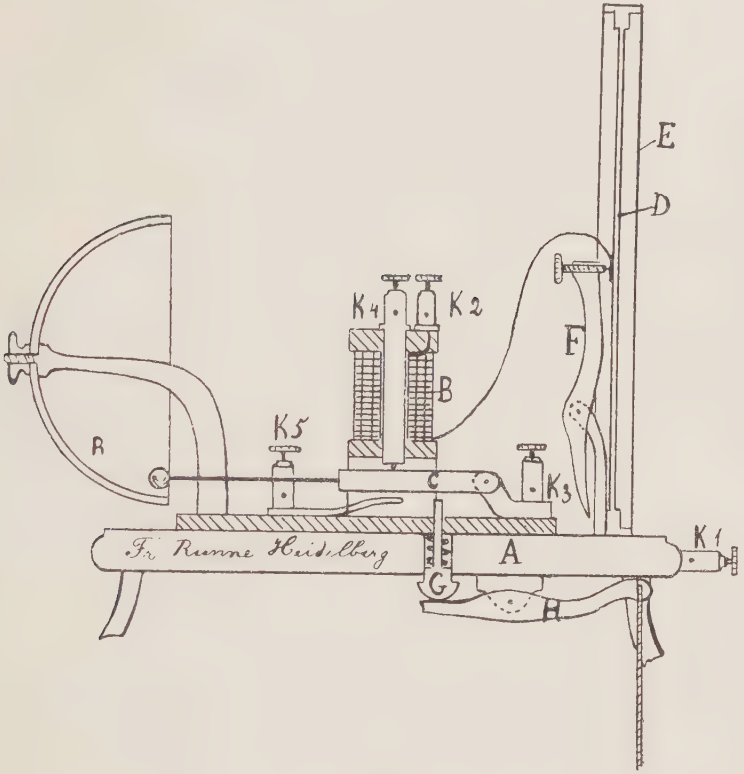

Fig. IV.

Auf dem gusseisernen Tische *A* ist ein Metallrahmen *E* aufrecht stehend befestigt; in diesem ist eine Fournirmembran *D* eingespannt, auf der im Mittelpunkte ein Platinplättchen angebracht ist. Dicht hinter dem Rahmen befindet sich auf dem gleichen Tische eine Messingstütze mit 2 Armen, welche einen leicht beweglichen metallenen Hebel *F* tragen. Dieser lehnt sich für gewöhnlich mit einer Contactspitze leicht an das Platinplättchen an, das

1) Wundt, Physiolog. Psychol. IV. Aufl. Bd. II, S. 337, und Wundt, Philosoph. Studien, Bd. III, S. 313.

mit einem Ende der Spirale des Elektromagneten D leitend verbunden ist. Das andere Ende der Spirale steht in Verbindung mit der Klemme K_2. Verbindet man K_2 und K_1 mit einer Batterie, so ist ein erster Stromkreis geschlossen, da der Strom von K_1 durch die Platte des Tisches in die Stütze, von da in den Hebel und durch dessen Contactstift zum Platinplättchen, zur Spirale des Elektromagneten und zu K_2 gelangt. Die Klemme K_4 setzt sich direct in den Kern des Magneten fort, unter dem sich der Anker C befindet, der an einer Stelle drehbar befestigt ist und mit K_3 in Verbindung steht. Der Anker trägt oben einen kleinen Contactstift, so dass, wenn man K_3 und K_4 mit einer Batterie verbindet, ein zweiter Strom geschlossen wird, sobald der Anker den Kern berührt. Ist der Anker nicht gehoben, so liegt er auf einer länglichen Metallplatte auf, die mit der Klemme K_5 in Zusammenhang steht. Man kann also einen dritten Stromkreis zwischen K_3 und K_5 schließen, wenn sich der Anker unten befindet. An seinem freien Ende trägt dieser letztere einen Stahldraht mit einem kleinen Knopfe, der jedesmal beim Fallen des Ankers an der Glocke R ein Signal giebt. Elektromagnet, Anker und Glocke sind isolirt auf einer Hartgummiplatte befestigt. Unter dem Tische A ist noch ein zweiarmiger Hebel angebracht, an dessen vorderem Ende eine Schnur hängt; zieht man an dieser, so wird der Federstift G in die Höhe gedrückt und dadurch der Anker gehoben.

Angewandt wird der Apparat vom Reagirenden folgendermaßen. Der erste Stromkreis zwischen K_1 und K_2 ist geschlossen, ferner ist K_3 mit K_4 verbunden. Zieht man jetzt an der Schnur, so wird der Anker an den Magneten herangebracht, und dieser zweite Strom ist ebenfalls geschlossen. In diesen ist das Chronoskop eingeschaltet und — z. B. — der optische Reizapparat. Jetzt werde dessen Platte in Bewegung gesetzt; das Reizwort erscheint; der Strom ist allseitig geschlossen und der Zeiger des Chronoskopes kreist. Spricht jetzt die Versuchsperson das betr. Wort oder eine Association gegen die Membran, so geräth diese durch die ersten Schallwellen in Schwingungen. Dadurch wird der leichte Hebel hinter der Membran für einen Augenblick von dem Platinplättchen abgestoßen und der Strom in der Spirale des Elektromagneten ebenso lange unterbrochen. Der Anker fällt herab und der zweite

Stromkreis, der durch das Chronoskop geht, wird ebenfalls unterbrochen, und zwar, da der Anker unten liegen bleibt, nicht nur vorübergehend wie der erste, sondern dauernd; der Zeiger des Chronoskopes wird angehalten. Soll der Versuch erneuert werden, so muss man zuvor wieder an der Schnur ziehen, um den Anker an den Magneten zu bringen. Benutzt man aber den Apparat als Reizapparat, so stellt man den dritten Stromkreis her, indem man K_3 mit K_5 verbindet. Dann wird der Strom durch das Hineinsprechen eines Wortes nicht geöffnet, sondern geschlossen, sobald der Anker auf seine Unterlage fällt. Der Reagirende benutzt in diesem Falle einen zweiten Schallschlüssel in der zuerst geschilderten Weise.

Bei dem von Cattell angegebenen Apparate ist die Einrichtung insofern eine andere, als der magnetische Unterbrecher ein vom Schallschlüssel unabhängiger Apparat ist, der auch in seiner Construction von dem hier beschriebenen sehr abweicht, und als die Membran nicht aus Fournir, sondern aus Leder besteht. Auch die Contactvorrichtung ist eine ganz andersartige. Bei dem hier beschriebenen Apparate habe ich Fournir gewählt, weil dieses weit empfindlicher ist, als Leder. Wir haben Versuche mit Leinewand und Leder gemacht, überzeugten uns aber, dass Leder viel besser auf grobe Erschütterungen, wie explosive Consonanten, Pfeifen, Husten, Hauchen u. s. w., kurz auf Reize reagirt, welche die Membran im Ganzen bewegen, während die Fournirmembran besonders empfindlich ist gegen die feinen Stöße, die beim Sprechen eines Vocales entstehen; sie stößt den Hebel ausnahmslos ab, wenn im gewöhnlichen Gesprächstone ein Wort dagegen gesprochen wird. Der Strom wird also unterbrochen, bez. geschlossen beim ersten Vocale eines jeden Wortes, für einsilbige Worte also beim »charakteristischen Laute«, wie Kraepelin sich ausdrückt; ich möchte gerade darin einen Vortheil des Apparates sehen. Um die Schallwellen besser nach der Membran zu lenken und andere Reize von ihr abzuhalten, ist vor derselben ein Schalltrichter angebracht, der nicht in fester Verbindung mit dem Rahmen steht, sondern für sich an den Tisch angeschraubt wird.

Ursprünglich beabsichtigte ich, die Oeffnung oder Schließung des zweiten und dritten Stromes mechanisch durch den Hebel

bewirken zu lassen; mannigfache Versuche, die in dieser Richtung angestellt wurden, belehrten uns jedoch, dass man nicht ohne den magnetischen Unterbrecher auskommen kann. Derselbe ist so einfach wie möglich eingerichtet; in sehr zweckmäßiger Weise benutzte Herr Runne gleich den Kern des Elektromagneten zur Leitung, statt eine Contactvorrichtung mit Klemme außerhalb desselben anzubringen und mit dem Anker in Verbindung zu setzen. Die hinter dem Magneten befindliche Glocke hat lediglich den Zweck, den Fall des Ankers jedesmal zur Wahrnehmung zu bringen.

Unter den Fehlern des Apparates ist zunächst der remanente Magnetismus zu nennen, dessen Größe ich natürlich nicht bestimmen konnte. Im allgemeinen kann man ihn wohl auf wenige σ schätzen. Zudem bewirkt er einen constanten Fehler, da er sich nicht wesentlich ändert, ob nun der Strom kurze oder lange Zeit durch den Elektromagneten geht. Es genügt hier, auf die Angabe Kraepelin's[1]) für den Elektromagneten des Chronoskopes hinzuweisen, dass die gemessene Reactionszeit nach 5 Sec. langem Stromschlusse nur um ca. 3 σ größer ausfiel, als nach 1 Sec. langem. Um den remanenten Magnetismus möglichst unwirksam zu machen, ist am Ende des Ankers, mit dem er drehbar befestigt ist, eine Feder angebracht, die diesen nach unten drückt. Der Anker wird dadurch noch im Stadium des remanenten Magnetismus vom Kerne abgerissen. Bei dem später construirten Schallschlüssel, den ich bei den unten zu besprechenden Versuchen meist als akustischen Reizapparat benutzt habe, ist eine andere Einrichtung getroffen. Der Anker wird hier durch eine Spiralfeder, deren Spannung durch eine Schraube regulirt werden kann, nach unten gezogen. Wenn der Schallschlüssel zur Reaction dient und der optische Apparat den Reiz erzeugt, so kommt nur der remanente Magnetismus in Betracht, ein Fehler, den wir für unsere Zwecke ohne weiteres vernachlässigen können. Die erhaltenen Werthe würden also bei dieser Versuchsanordnung ziemlich reine sein. Benutzt man aber als Reizapparat einen zweiten Schallschlüssel, so kommt noch ein constanter Fehler in Betracht, die Fallzeit des Ankers. Der Strom wird nämlich erst dann geschlossen, wenn dieser seine Unterlage berührt; die gemessene

1) a. a. O. S. 15.

Reaction ist also um den Betrag der Fallzeit zu kurz. Ich habe dieselbe wiederum am Kymographion bestimmt, und zwar auf folgende Weise: der erste Stromkreis zwischen K_1 und K_2 war geschlossen, ebenso der zweite zwischen K_3 und K_4, in den ein elektrisches Signal eingeschaltet wurde; schließlich wurde noch K_4 mit K_5 verbunden. War jetzt der Anker angezogen, so war der Strom geschlossen. Sobald nun durch die Erschütterung der Membran der Strom im Elektromagneten unterbrochen wurde, fiel der Anker, und während dieser Fallzeit war der Strom geöffnet. Bei ihrem Beginne zeichnete das Signal einen Oeffnungsstrich. Sobald aber der Anker unten auffiel, wurde der Strom, der nun von K_3 durch den Anker nach K_5, von da nach K_4 ging, wieder geschlossen, und das Signal zeichnete einen Schließungsstrich. Das Intervall der beiden Striche gab die Fallzeit an. Die Zeit wurde in derselben Weise wie früher mit Hülfe einer Stimmgabel gemessen. Ich erhielt so folgende Werthe: Für den ersten Schallschlüssel im Durchschnitt 0,06 Sec., für den zweiten bei schwachem Strome und ungespannter Feder 0,035 Sec., bei starkem Strome und maximal gespannter Feder 0,02 Sec. Bezüglich des ersten Schallschlüssels bemerke ich, dass bei ihm die Strecke, die der Anker beim Falle zurückzulegen hatte, etwa doppelt so groß (reichlich 2 mm) war, als bei dem neuen Apparate. Nachträglich habe ich dieses Verhältniss ausgleichen lassen, und in Zukunft werden die Apparate nur noch mit regulirbarer Federspannung hergestellt werden. Bei den Versuchen, in denen der erste Schallschlüssel als Reizapparat zur Verwendung kam, würden wir demnach zu der erhaltenen Reactionszeit 60 σ hinzuaddiren müssen, um die wahren Werthe zu haben. Bei gleicher Anwendung des zweiten Schallschlüssels sind nur 20—30 σ, bei mittlerer Spannung der Feder etwa 25 σ in Anrechnung zu bringen. Auf Grund der Erfahrungen, die ich mit den Apparaten gemacht habe, möchte ich rathen, für den Strom des Elektromagneten eine möglichst constante und relativ starke Elektricitätsquelle, etwa ein Meidinger'sches oder Krügener'sches Element zu benutzen, so dass man der Feder ihre stärkste Spannung geben kann; ferner empfiehlt es sich, den Strom nach jedem Versuche zu wenden. Allerdings würde das, wenn man zwei Schallschlüssel benutzt, sehr umständlich sein, weil man nach jeder

einzelnen Messung drei Wippen umzulegen hätte (eine dritte für den Strom des Chronoskopes). Man kann sich aber so helfen, dass man die 3 Wippen auf einem Brett dicht hintereinander anbringen lässt, so dass man sie zusammen durch einen Handgriff umlegen kann.

Ich habe nun eine Anzahl von Versuchsreihen (im Ganzen über 50 zu je 100 Einzelversuchen) angestellt, einestheils, um die mittelst der beschriebenen Apparate gewonnenen Werthe mit anderen vergleichen zu können, besonders mit denen, die der Lippenschlüssel ergab. Andererseits kam es mir darauf an, mich von der Handlichkeit und Brauchbarkeit der Apparate zu überzeugen.

Zunächst haben Herr Dr. Aschaffenburg, Herr Dr. Groß und ich an Herrn Dr. Reichert Versuche durchgeführt. Wir prüften nur Wahl- und Wortreactionen, und zwar in allen zwischen Lippenschlüssel, optischem Reizapparat und Schallschlüssel möglichen Verbindungen. Ich kürze in den folgenden Tabellen Morse-Taster mit *T*, Lippenschlüssel mit *L*, optischen Reizapparat mit *O* und Schallschlüssel mit *S* ab. Es ergaben sich folgende Gruppen von Versuchen.

Tabelle II.

1. Tag	2. Tag	3. Tag
Wahlreaction	Wortreaction	Wortreaction
L—T	*L—L*	*S—S*
O T	*L—S*	*S—L*
S—T	*O—L*	*O—S*

An erster Stelle ist stets der vom Registrirenden, an zweiter der vom Reagirenden benutzte Apparat aufgeführt. Das in der Tabelle aufgestellte Schema wurde dann und wann nicht genau inne gehalten, was jedesmal aus den betreffenden Tabellen ersichtlich ist. Mit jeder Gruppirung der Apparate wurden von jedem der drei Registrirenden 100 Versuche ausgeführt, für jeden Tag also 300. Die Versuchsperson enthielt sich während dieser ganzen Zeit

des Alkohols vollständig und vermied, Kaffee oder andere Excitantien vor den Versuchen zu sich zu nehmen. Unsere Zeit gestattete uns nur, die Versuche nach dem Mittagessen anzustellen. So gut es ging, haben wir eine und dieselbe Zeit als Beginn einzuhalten gesucht; Ausnahmen hiervon waren nicht zu vermeiden, zumal die Mahlzeit nicht immer um dieselbe Stunde stattfand. Ich erwähne das ausdrücklich, weil erfahrungsgemäß die Nahrungsaufnahme einen erheblichen Einfluss auf psychische Vorgänge besitzt. Jeder von den drei Registrirenden experimentirte zunächst zwei Tage hinter einander (1. und 2. Tag der Tab. II); die unter dem dritten Tage vorgesehenen Versuche konnten erst später ausgeführt werden, weil mir zunächst nur ein Schallschlüssel zur Verfügung stand.

Für die vorliegenden Untersuchungen wählte ich gerade Wahl- und Wortreactionen, weil diese Formen die einfachsten und verhältnissmäßig eindeutigsten sind, die hier in Frage kommen können. Sie werden deshalb ein bestimmtes Ergebniss möglichst klar zur Anschauung bringen, klarer jedenfalls, als wenn ich eine der verwickelteren Reactionsformen gewählt hätte. Gern hätte ich allerdings noch Associationsreactionen in den Versuchsplan mit aufgenommen. Allein einestheils hätten diese das Ergebniss, das ich bei den Wortreactionen erzielte, nur in anderem Maßstabe, aber etwas verschleiert wiedergegeben, weil die Associationszeit schon beim Einzelnen viel stärker schwankt als die Erkennungszeit; anderntheils aber durfte ich meinen Versuchspersonen nicht noch weitere Opfer an Zeit zumuthen.

3. Versuche mit Wahlreactionen.

Die Ergebnisse der Wahlreactionsversuche gibt die Tabelle III in wahrscheinlichen Mitteln von je 100 Messungen wieder. Von links nach rechts gelesen, enthält jede Zeile Werthe, welche von verschiedenen Registrirenden mit denselben Apparaten erzielt wurden; von oben nach unten gibt jede Zeile die Werthe je eines Tages für ein und denselben Registrirenden wieder, dessen Name jedesmal oben vermerkt ist.

Tabelle III.

Versuchsperson: Dr. Reichert.

Registr.	Röm.	Groß	Asch.	Röm.	Röm.
$L-T$	467	339	393	523	—
$O-T$	365	346	326	307	—
S_1-T	201	231	230	211	—
S_2-T	—	—	—	—	241
Datum	7. X. 95	9. X. 95	11. X. 95	17. X. 95	3. XI. 95

Ein Blick auf die erste Zeile der Tabelle zeigt zunächst, dass zwischen den Zahlen, die von verschiedenen Registrirenden gewonnen wurden, nicht die geringste Uebereinstimmung herrscht. Die Zahl unter G ist um 128 σ kleiner als die unter R und um 54 σ kleiner als die unter A. Ein zweiter Versuch, den ich ausführte, ergab sogar eine Reactionszeit, die um 56 σ höher liegt als die 4 Tage vorher von mir gewonnene. Demnach scheint es, als ob dieselbe Person unter Umständen einen verschieden großen Fehler mit dem Lippenschlüssel zu Stande brächte. Diese Vermuthung wird zur Gewissheit, wenn wir die Zahlen der zweiten Reihe betrachten. Hier ist jede folgende etwas kleiner als die vorausgehende. Wenn die großen Schwankungen, die sich bei den Versuchen mit dem Lippenschlüssel zeigen, etwa auf Schwankungen in der Disposition der Versuchsperson beruhen würden, so müssten auch die mit dem optischen Reizapparate an denselben Tagen gewonnenen Werthe dasselbe Verhalten zeigen. Ich bemerke noch, dass gerade an diesen Tagen fast genau um dieselbe Zeit experimentirt wurde.

Es fragt sich nun, welcher Art der Fehler ist, der von uns mit dem Lippenschlüssel begangen wurde. Da es sich um Wahlreactionen handelte, so waren die Laute O und E in beliebigem Wechsel am Lippenschlüssel zu sprechen. Wir können diese Reactionszeiten, da es sich um einen akustischen Reiz handelte, nur mit denen der dritten Zeile vergleichen, zu denen wir aber vorher

noch die Fallzeit des Ankers zu addiren haben. Bezüglich der genauen Begründung dieser Correctur der Werthe verweise ich auf p. 587. Die so berichtigten Zahlen sind:

R. *G.* *A.* *R.*
276; 291; 290; 271

Subtrahiren wir diese von denen in

Zeile 1: 467; 339; 393; 523;
so erhalten wir als Differenzen: 191; 48; 103; 252

Demnach betrug mein Fehler am ersten Tage 191, am zweiten 252 σ (!), der von *A* 103 und der von *G* nur 48. Das bedeutet, dass *A* und in höherem Grade *R* den Arm des Schlüssels fallen lassen, bevor sie den betreffenden Laut sprechen, während *G* nur einen sehr geringen Fehler in demselben Sinne macht. Man braucht natürlich diese Zahlen nicht so zu nehmen, als gäben sie den persönlichen Fehler ganz genau an; es ist völlig genügend, dass er überhaupt nachgewiesen ist, dass er sehr bedeutend und für die einzelnen Personen verschieden ist. Ich betone überflüssiger Weise, dass wir alle drei uns unseres Fehlers nicht bewusst waren. Zwar glaubte ich von *A*, dass er zu früh los ließe, hatte ihm aber nichts von dieser Vermuthung gesagt, und was mich selbst betrifft, so hatte ich eher erwartet, dass ich vor dem Loslassen sprechen würde. Auch um mangelhafte Uebung konnte es sich nicht handeln; denn *A* und *R* hatten bereits bei vielen Tausenden von Zeitmessungen registrirt, während *G*, der am richtigsten, allerdings auch am langsamsten arbeitete, weit weniger geübt war. Das Auffälligste an den Versuchen mit dem Lippenschlüssel ist jedenfalls die große Differenz zwischen meinem Fehler am ersten und am vierten Tage (61 σ). Ich will hier erwähnen, dass ich am 4. Tage eine ziemlich schmerzhafte Fissur in der Unterlippe hatte; es wäre sehr wohl denkbar, dass ich infolgedessen unwillkürlich noch früher losließ als sonst. Ganz gleichmäßig dagegen sind die vier Zahlen, die mit dem optischen Reizapparat gewonnen wurden. Wir sehen dabei von Tag zu Tag eine Verkürzung um rund 20 σ eintreten. Das ist vielleicht auf die Gewöhnung an das störende Geräusch zurückzuführen, welches die Platte beim Anschlagen an den Contactstift hervorbringt. Dass

es sich etwa um die allmählich aufgetretene Uebung im Vollziehen der Wahlreaction handele, ist deshalb unwahrscheinlich, weil eine solche erfahrungsgemäß viel rascher — schon während des ersten Versuches — eintritt. Dagegen fand ich auch bei anderen Versuchspersonen im Anfange die Zeichen einer durch das Geräusch bewirkten Störung. Stets erstreckten sich diese Zeichen noch über den ersten Versuch hinaus. Der Einfluss einer solchen Störung zeigt sich bei Menschen, die mehr motorisch veranlagt sind, in vorzeitigen Reactionen und erhöhtem Procentsatze von — kurzen — Fehlreactionen, während sich bei Menschen, die mehr sensorisch reagiren, eine Verlängerung der Reactionszeit einstellt. Dies ist offenbar bei Herrn Dr. R. der Fall gewesen, während die Uebung für das Vollziehen der Wahlreaction schon am ersten Versuchstage erreicht wurde [s. Tab. III Zeile 2, 1. Versuch (365 σ)]. Man sieht das sofort, wenn man die 4 aus je 25 Einzelmessungen erhaltenen Mittel dieses Versuches betrachtet: **402**; 352; 360; 350. Fehlreactionen traten in sämmtlichen Versuchen nur in sehr geringer Anzahl (ca. 3 %) auf.

Wenn übrigens die constante Verkürzung der Wahlreaction von Tag zu Tag in diesem Falle Ausdruck der Uebung wäre, so müsste sich dasselbe Verhalten in allen übrigen Versuchen ausdrücken, auch später bei den Wortreactionen; das ist aber nicht der Fall; zum Vergleich mit anderen Reactionszeiten derselben Versuchsperson werden wir daher am zweckmäßigsten aus Zeile 2 nur die vierte Zahl heranziehen.

Etwas unregelmäßiger als die eben besprochenen Werthe sehen die der dritten Zeile aus, die mit dem Schallschlüssel erhalten wurden. Der 2. und 3. Versuch weisen höhere Zahlen auf, als der 1. und 4. Die Unterschiede sind aber jedenfalls nicht so groß, dass sie sich nicht schließlich durch eine geringe Verschiedenheit der Disposition an den einzelnen Tagen erklären ließen. Die relativ kurze Zeit des ersten Tages könnte außerdem ihre Erklärung darin finden, dass ich für den Elektromagneten des Schallschlüssels — es war der erste Apparat — ein fast frisches Trockenelement benutzte, das sicher viel stärker war, als die an den folgenden Tagen verwendeten. Dadurch wurde jedenfalls der remanente Magnetismus verstärkt, was die Fallzeit des Ankers verlängern, mithin die gemessene Reaction verkürzen musste. Das ist entschieden ein Uebel-

stand bei den vorliegenden Versuchen, dem ich leider deshalb nicht aus dem Wege gehen konnte, weil mir der verbesserte Schallschlüssel damals noch nicht zur Verfügung stand.

Wenn wir jetzt die mit dem Schallschlüssel und die mit dem optischen Reizapparate erhaltenen Werthe miteinander vergleichen, so finden wir die letzteren an jedem Tage länger als die ersteren. Die Differenzen sind: 161; 115; 96; 96. Dieser Unterschied ist zu erklären durch zweierlei, erstens durch die Fallzeit des Ankers, um die ja die Reactionszeit zu kurz ausfällt. Bei den Messungen derselben erhielt ich 60 σ als Mittel, als größten Werth 75 σ. Ich will diesen bei dem ersten Versuche und 60 σ bei den übrigen in Anrechnung bringen (vergl. S. 586).

Dann würden die wahren Reactionszeiten sein:

276; 291; 290; 271.

Auch diese sind noch kleiner als die mit dem optischen Reizapparate erhaltenen. Nunmehr ergeben sich die Differenzen 89; 55; 36; 36. Nehmen wir aber als Reactionszeit für den letztgenannten Apparat aus den oben S. 586 angeführten Gründen den 4. Werth der 2. Zeile (307) an, und vergleichen ihn mit den soeben aufgestellten berichtigten Werthen, so sind die entsprechenden Differenzen: 31; 16; 11; 36. Nun wissen wir, dass Reactionen auf Schallreize durchschnittlich 60—80 σ kürzer sind, als solche auf Lichtreize, ein Verhalten, das jedenfalls durch die verschiedene Verarbeitung des Reizes in den peripheren Sinnesorganen zu Stande kommt[1]). Die eben genannten Differenzen würden demnach für die Versuchsperson diesen Unterschied zwischen Reaction auf Schall und Licht ergeben. Auffallenderweise sind sie viel zu klein. Es soll gern zugegeben werden, dass es überhaupt gewagt erscheint, die mit dem ersten Schallschlüssel gewonnenen Werthe rechnerisch in dieser Weise zu verwerthen, und ich habe aus diesem Grunde, sobald mir der neue Apparat zur Verfügung stand, mit diesem noch einmal 100 Wahlreactionen (S_2—T) an Herrn Dr. R. gemessen. Die 4. Zeile der Tabelle III gibt ihr Mittel an, 241 σ. Der neue Apparat dürfte in diesem Falle die Zahlen etwa um 25 σ verkürzt

1) Wundt a. a. O. Bd. II S. 312.

haben, da dies die Fallzeit des Ankers bei mittlerer Spannung der Regulirfeder war. Die berichtigte Wahlreaction beträgt also in diesem Falle 266 σ. Zieht man diese von der letzten mit dem optischen Reizapparat erhaltenen Zahl, 307, ab, so erhält man eine Differenz von 41 σ. Auch diese ist noch 19 σ kürzer als die untere Grenze der von Wundt angegebenen Differenz. Da nun die betreffenden Werthe, wie ich gleich zeigen will, für andere Versuchspersonen höher ausfielen, liegt der Grund für den geringen Unterschied zwischen beiden Reactionen entschieden in der Versuchsperson, nicht im Apparate. Bedenken wir übrigens, dass sich die Versuche mit dem alten Schallschlüssel an dritter Stelle je einer Versuchsanordnung befanden, und dass bei ihnen die Ermüdung am meisten zum Ausdruck gelangen und die Reactionszeiten verlängern musste, so ist es einigermaßen erklärlich, warum wir kleinere und schwankende Unterschiede erhielten. Der Controlversuch mit dem neuen Schallschlüssel dagegen ist als 2. Versuch eines Nachmittages erst um 4 Uhr ausgeführt worden und war überdies durch eine Erholungspause von 48 Minuten von dem ersten geschieden. Dass die Leistungsfähigkeit bei den früheren Versuchen thatsächlich im Sinken begriffen war, geht außerdem hervor aus der Streuung der Werthe (Differenz der 26. von der 75. Zahl). Sie beträgt für:

	I.	II.	III.	IV. Versuch.
$O—T$	73;	61;	68;	46;
$S_1—T$	95;	100;	90;	97;

für den mit S_2 ausgeführten Controlversuch nur 83 σ. Ich will noch hinzufügen, dass Herr Dr. R. auf einem Ohre etwas schwerhörig ist; es wäre möglich, dass auch hierin der Grund für eine Verlangsamung der Reaction auf akustische Reize liegt.

In den folgenden Tabellen gebe ich noch einige Messungen an anderen Personen wieder, theils um die Uebereinstimmung der bei ihnen gefundenen Werthe mit den schon besprochenen, theils um die Uebereinstimmung bez. der von Wundt angegebenen Differenz zwischen Reaction auf Schall- und Lichtreize zu beweisen. Tabelle IV gibt die Messungen mit dem Lippenschlüssel, V die mit dem optischen Reizapparate, VI die mit dem Schallschlüssel

erhaltenen wieder. Die Namen der Registrirenden sind hinter den einzelnen Zahlen vermerkt.

Tabelle IV. *L—T.*

Dr. Reichert	467 R.	339 G.	393 A.	523 R.
Dr. Bettmann	384 R.	—	—	—
Dr. Fürer	398 A.	418 A.	406 A.	396 A.
Dr. Fürer	314 G.	293 G.	300 G.	304 G.
Römer	406 A.	451 A.	—	—

Tabelle V. *O—T.*

Dr. Reichert	365 R.	346 G.	326 A.	307 R.
Dr. Bettmann	302 R.	—	—	—
Dr. Fürer	308 R.	—	—	—
Römer	288 A.	308 A.	—	—

Tabelle VI. *S—T.*

Dr. Reichert	201 R.	231 G.	230 A.	211 R.	241 R.
Dr. Bettmann	192 R.	—	—	—	—
Dr. Fürer	201 R.	—	—	—	—
Römer	211 G.	—	—	—	—

Tabelle VII. *S—T.* (corrigirte Werthe).

Dr. Reichert	276	291	290	271	266
Dr. Bettmann	217	—	—	—	—
Dr. Fürer	226	—	—	—	—
Römer	235		—	—	—

Die Tabellen zeigen, dass die größten Unterschiede zwischen den einzelnen Personen bestehen, wenn die Reactionen mit dem Lippenschlüssel ausgeführt werden, und dass diese Unterschiede sehr viel geringer werden, wenn man die Versuche mit dem akustischen oder optischen Reizapparate ausführt. Die Versuche mit dem letzteren zeigen zwar Unterschiede an den aufeinander folgenden Tagen für dieselbe Versuchsperson, aber diese haben wir schon oben auf die allmähliche Gewöhnung an das störende Geräusch zurückgeführt. Auch die Fehler der Registrirenden sind bei den anderen Versuchspersonen dieselben wie in den schon besprochenen Versuchen. Wo R. bei Dr. Bettmann mit dem Lippenschlüssel experimentirte, fiel die Reaction weit länger aus als mit dem Schallschlüssel (348 : 217σ), ebenso wo A. bei R. (406 bezw. 451 : 235) und bei Dr. Fürer registrirte (396 bezw. 418 : 226). Die von G. mit dem Lippenschlüssel erhaltenen Werthe sind abermals die relativ genauesten (293 bezw. 314 : 226). Von großer Bedeutung sind die Werthe der Zeilen 3 und 4 in Tabelle IV. Sie lehren, dass die mit dem Lippenschlüssel gewonnenen Resultate eine große Uebereinstimmung zeigen, wenn stets dieselbe Person registrirte. Der persönliche Fehler derselben kann also bei einiger Uebung und unter gleichen Verhältnissen thatsächlich sehr constant werden, wie schon oben gesagt wurde. Man muss für den Lippenschlüssel unterscheiden zwischen einem nothwendigen und einem zufälligen Fehler. Der erstere besteht darin, dass eine Sprechbewegung von den meisten Personen schon vor der Intonation gemacht wird; diese Bewegung gehört eben gewissermaßen schon zur Reaction. Sie ist also für die Versuchsperson kein eigentlicher Fehler im strengen Sinne. Die gemessene Reactionszeit fällt freilich in Folge dieser Bewegung des Registrirenden zu lang aus, was aber den Reagirenden anlangt, so ist es ja eigentlich erwünscht, die erste Sprechbewegung als Beginn der Reaction rechnen zu können. Der Lippenschlüssel bedingt also nur für den Registrirenden einen Fehler in dem erwähnten Sinne, der Schallschlüssel aber ebenso gut einen für den Reagirenden. Der Reiz wird zweckmäßig erst mit der Intonation gegeben, was beim Schallschlüssel der Fall ist; die Reaction aber sollte gemessen werden von der ersten Sprechbewegung an, wie es beim Lippenschlüssel der Fall ist, nicht von der Intonation an. Etwas anderes ist es mit

dem zufälligen Fehler des Lippenschlüssels, der dem Schallschlüssel nicht anhaftet. Darunter hat man das vorzeitige Loslassen zu verstehen, sofern es nicht Sprechbewegung ist; dieser Fehler tritt auf in der Ermüdung und vor allem bei Kranken, denen meist die strenge Selbstcontrole fehlt, die nur geübte Versuchspersonen besitzen.

Stellen wir die Werthe der obigen Tabellen nochmals kurz zusammen, so beträgt die Wahlreactionszeit:

für:		Reich.	Bettm.	Fürer	Römer
mit	*O—T*	307	302	308	308
mit	*S—T*	266	217	226	235

Nur die Reactionszeit von Dr. R. hebt sich in bemerkenswerther Weise von den übrigen ab, woraus ich schließen möchte, dass der Grund dafür in der Versuchsperson selbst liegt. Subtrahiren wir die Zahlen mit *S—T* von denen mit *O—T*, so erhalten wir als Differenzen zwischen Wahlreactionen auf optischen und akustischen Reiz

für:	Reich.	Bettm.	Fürer	Römer
	41	85	82	73

Werthe, die mit Ausnahme des an Dr. R. gewonnenen mit den von Wundt angegebenen gut übereinstimmen.

Schließlich will ich noch die Streuung der Werthe für die einzelnen Versuche angeben, und zwar für die verschiedenen Apparate gesondert.

Tabelle VIII. *L—T.*

Dr. Reichert	114	75	81	86
Dr. Bettmann	97	—	—	—
Dr. Fürer	162	114	148	141
Dr. Fürer	113	123	114	106
Römer	87	60	—	—

Tabelle IX. *O—T.*

Dr. Reichert	73	61	68	46
Dr. Bettmann	65	—	—	—
Dr. Fürer	88	—	—	—
Römer	74	75	—	—

Tabelle X. *S—T.*

Dr. Reichert	95	100	90	97	83
Dr. Bettmann	60	—	—	—	—
Dr. Fürer	67	—	—	—	—
Römer	64	—	—	—	—

Die größte und unregelmäßigste Streuung ergibt wieder der Lippenschlüssel, sowohl für jede einzelne Person, als auch, wenn wir die Werthe für die verschiedenen mit einander vergleichen; d. h.: bei Anwendung des Lippenschlüssels kommen die größten Unterschiede zwischen den einzelnen Messungen zu Stande. Anders beim optischen und akustischen Reizapparat. Hier ist die Streuung bei den letzten drei Personen für beide Apparate fast dieselbe; nur bei Dr. R. besteht auch hier wieder für die Reaction auf den Schallreiz eine Ausnahme; er zeigt die größte Streuung. Das Beispiel von Dr. Fürer ist besonders interessant. Nach seinen Versuchen mit dem Lippenschlüssel musste er annehmen, dass bei ihm eine besonders große Streuung der Werthe zu Stande kommt. Ich entsinne mich, dass er mir das selbst, bevor ich diese Ausrechnungen angestellt hatte, mittheilte; es konnte für ihn nahe liegen, aus dieser Thatsache irgend welche Schlüsse in Bezug auf Schwankung der Aufmerksamkeit, Ermüdbarkeit u. s. w. zu ziehen. Wir sehen aber, dass seine Versuche in Wahrheit keine wesentlich größere Streuung zeigen als die der anderen Personen. Die Streuung in Tabelle VIII *O—T* würde bei ihm wohl im Falle der Wiederholung des Versuches noch kürzer ausfallen, da er hier zum ersten Male mit dem

Apparate arbeitete, während wir Anderen schon etwas geübter waren.

Fassen wir die Ergebnisse bez. der Wahlreactionen kurz zusammen, so ergibt sich:

1. Die mit dem Lippenschlüssel angestellten Versuche zeigen bei gleichen Versuchspersonen und unter gleichen Versuchsbedingungen eine ebenso große Constanz der Werthe wie die mit den beiden neuen Apparaten gewonnenen.

2. Dagegen zeigt sich bei Anwendung der letzteren eine größere Uebereinstimmung unter den verschiedenen Personen und eine gleichmäßigere und geringere Streuung der Werthe als bei den mit dem Lippenschlüssel angestellten Versuchen.

3. Dies hat jedenfalls seinen Grund in dem persönlichen (nothwendigen und zufälligen) Fehler, den der Registrirende mit dem Lippenschlüssel begeht.

4. Es ergibt sich zwischen den Reactionen mit dem optischen Reizapparat und denen mit dem Schallschlüssel ein ziemlich constanter Unterschied, der dem Unterschiede zwischen Reactionen auf Licht- und Schallreize entspricht.

4. Versuche mit Wortreactionen.

Die Versuche mit Wortreactionen wurden um dieselbe Tageszeit wie die vorangegangenen ausgeführt, und zwar zunächst von drei Registrirenden an auf einander folgenden Tagen, in der Weise, dass an jedem Nachmittage die Anordnung *L—L*, *L—S*, *O—L* befolgt wurde. Einige Tage später, als ich im Besitze des neuen Schallschlüssel war, stellten wir die im Schema noch vorgesehenen übrigen Versuche in der Anordnung *S—S*, *S—L*, *O—S* an. In Tabelle XI sind die Mittelzahlen aus je 100 Versuchen für die verschiedenen Apparate unter Anführung der Registrirenden mitgetheilt.

Tabelle XI.

Versuchsperson: Dr. Reichert.

Registrir.	Röm.	Groß	Asch.	Röm.	Röm.	Asch.	Groß	Groß	Röm.
L—L	476	277	234	—	387	—	—	—	—
L—S	539	367	334	490	519	—	—	—	—
O—L	—	394	433	—	314	—	—	—	—
S—S	—	—	—	—	—	323	260	265	215
S—L	—	—	—	—	—	148	157	136	—
O—S	394	—	—	409	—	414	393	397	—
Datum:	8. X. 95.	10. X. 95.	12. X. 95.	19. X. 95.	26. X. 95.	27. X. 95.	28. X. 95.	29. X. 95.	3. XI. 95.

Wir betrachten zunächst wieder die Versuche, bei denen der Lippenschlüssel verwendet wurde. Die erste Zeile der Tabelle zeigt, dass sich für die verschiedenen Registrirenden Unterschiede bis zu 242 σ ergaben. Diese Zahl ist ungefähr ebenso groß wie eine normale reine Wortreactionszeit. Der Fehler der einzelnen Registrirenden entspricht annähernd den bei den Wahlreactionen gefundenen. Nur lässt sich hier nicht ohne weiteres entscheiden, wie weit dieser Fehler sich mit dem der Versuchsperson verquickt. Vergleicht man die erste Zeile mit der zweiten, so fällt auf, dass in dieser sämmtliche Werthe größer sind als in jener, weil durch die Anwendung des Schallschlüssels der Fehler der Versuchsperson ausgeschlossen war. Mithin wurden durch diesen die Werthe verkürzt; er bestand also darin, dass der Reagirende zu früh, vor der Intonation losließ. Demgemäß sind auch die Werthe der 5. Zeile bedeutend kürzer ausgefallen als die der vierten. Die Differenzen sind hier an den einzelnen Tagen: 175; 103; 129. Diese Zahlen müssen annähernd den persönlichen Fehler der Versuchsperson angeben. Für den ersten Tag mit der Differenz 175 kommen allerdings noch andere Verhältnisse in Betracht, die erst weiter unten

besprochen werden sollen[1]). Subtrahiren wir noch die Zahlen der ersten Reihe von denen der zweiten, so ergeben sich folgende Differenzen, die ebenfalls Maße für den Fehler der Versuchsperson darstellen:

63; 90; 100; 132

Dieser Fehler hat sich also mit der Zeit, wie es scheint, noch vergrößert. Ganz unregelmäßig erscheint er jedoch, wenn wir ihn bestimmen wollen durch Vergleich von Zeile 3 mit Zeile 6. Wir können dabei, da die Werthe in Zeile 6 sehr genau mit einander übereinstimmen, 398 σ als Mittel für die Reactionszeit $O—S$ annehmen. Dann erscheint der Fehler im ersten Versuche von Zeile 3 fast $= 0$; im zweiten sieht es aus, als habe die Versuchsperson zu spät, im dritten, als habe sie zu früh losgelassen. Diese letzte Berechnung ist indess sehr unsicher, da in ihr die Versuche von verschiedenen Tagen mit einander verglichen werden und zudem die Versuche mit dem Schallschlüssel aus bestimmten Gründen schon untereinander große Unterschiede zeigen.

Den Fehler des Registrirenden kann man nur schwer aus den Versuchen isoliren. Ziehen wir die Werthe der Zeile 4 von denen der Zeile 2 ab, so würden wir seinen Betrag nur sehr unsicher bestimmen können. Die größte Differenz ist dann 324 (!), die kleinste 9 (!). Im einzelnen kann man die Zahlen nicht miteinander vergleichen. Aber darauf kommt es schließlich auch nicht an; es genügt zu zeigen, dass der Lippenschlüssel auch hier beim Registrirenden sowohl wie beim Reagirenden Träger eines persönlichen Fehlers ist, der allerdings bei gleichen Versuchsbedingungen und gleichen Versuchspersonen constant ist, unter Umständen jedoch fast die Höhe der Reactionszeit erreicht. Beide Fehler bestehen zumeist darin, dass zu früh losgelassen wird; dadurch wird auf der Seite des Registrirenden die Zeit verlängert, auf der des Reagirenden verkürzt, und diese beiden Fehler können sich bis zu einem gewissen Grade gegen einander verschieben, ja es ist denkbar, dass sie sich aufheben können, so dass wir auch dann keine unbedingte Sicherheit für die Reinheit der Werthe haben, wenn dieselben den wahren Größen gleichkommen, wie das ja bei den von G und A erzielten (Zeile 1: 277 u. 234, vergl. mit Zeile 4: 260 u. 265) der Fall ist.

1) S. S. 38.

Ich habe hier natürlich nur die Versuche mit einander verglichen, bei denen der Registrirende den Lippenschlüssel oder den Schallschlüssel benutzte, weil bei dem optischen Reizapparate ganz andere Bedingungen in Frage kommen. Betrachten wir nun die Versuche, die mit den neuen Apparaten allein angestellt wurden, für sich, so zeigen die Wortreactionen in Zeile 6 (*O—S*) eine große Uebereinstimmung: 394; 409; 414; 393; 397. Nur die dritte Zahl könnte etwas groß erscheinen, obwohl derartige Abweichungen in den gewöhnlichen Grenzen liegen. Vielleicht hat die Verlängerung der Reactionszeit an diesem Tage ihren Grund darin, dass der betreffende Versuch nach einer achttägigen Pause stattfand; außerdem hatte die Versuchsperson in der Meinung, die Versuche seien beendet, am Abend vorher nach mehreren Wochen zum ersten Male wieder Alkohol (ca. $1^1/_2$ Liter Bier) zu sich genommen.

Ich führe an dieser Stelle noch einige Messungen auf, die ich an einigen anderen Personen angestellt habe, und vergleiche sie mit den obigen.

Tabelle XII.

O—S. Wortreactionen.

Dr. Reichert	R.	394	409	414	393	397
Dr. Fürer	R.	398	—	—	—	—
Dr. Trömner	R.	448	—	—	—	—
Römer	G.	450	—	—	—	—

Die Zahlen sind Mittel aus je 100 Messungen, mit Ausnahme derjenigen von Dr. Trömner, von dem mir nur 50 vorliegen. Eine Besprechung der einzelnen Werthe ist kaum nöthig; nur auf die Zusammengehörigkeit von Dr. Fürer und Dr. Reichert auf der einen und Dr. Trömner und Roemer auf der andern Seite will ich schon hier hinweisen.

Wir können die mit dem optischen Reizapparate erhaltenen Werthe als annähernd genaue für die Wortreaction betrachten. Ich habe schon oben erwähnt, dass bei diesem Apparate der Reiz in seiner ganzen Ausdehnung gleichzeitig zur Erscheinung kommt, und

dass eine verhältnissmäßig große Anzahl von Buchstaben neben einander von uns noch gleichzeitig, d. h. eben so schnell wie ein einzelner aufgefasst werden. Man kann das sehr einfach nachprüfen, wenn man die Wortreaction mit der Buchstabenreaction vergleicht. Wundt giebt an[1]), dass die letztere sogar etwas länger ausfalle, als die Wortreaction, weil wir für diese stets Vorstellungen bereit liegen haben. Außerdem aber kommt noch ein weiterer Umstand in Betracht. Wir lesen ein Wort überhaupt nicht buchstabirend, sondern wir erfassen zunächst das Bild des Wortes in seiner Gesammtheit; die Zerlegung in die einzelnen Buchstaben erfolgt erst nachträglich. Für jenes optische Wortbild aber liegen uns sehr eingeübte Erinnerungsbilder vor. Die Bewegungsauslösung, welche beim Aussprechen des optisch wahrgenommenen Wortes vor sich geht, ist offenbar ein außerordentlich eingeübter Vorgang. Anders ist das bei der Buchstabenreaction. Bei derartigen Versuchen benutzte ich für den optischen Reizapparat Karten, auf denen die einzelnen Buchstaben des Alphabetes gedruckt standen, die von der Versuchsperson auszusprechen waren. Das Schriftbild eines Buchstaben ist zum Beispiel *B*. Die Versuchsperson hat nun beim Aussprechen desselben keineswegs dieselbe Bewegungsauslösung zu vollziehen, wie bei einem Buchstaben, der Theil eines Wortes ist. In »Vater« z. B. wird *V* natürlich *V*, $t = t$ und $r = r$ gesprochen. Nicht so bei der Buchstabenreaction, wo jeder Buchstabe als einzelner Reiz erscheint. Dann wird auf *F* — *ef*, auf *X* — *ix*, auf *V* — *vau*, auf Z — *zet*, auf *Y* — *ypsilon* (!) geantwortet, und es ist kein Zweifel, dass dieser Vorgang weniger eingeübt ist, als das Aussprechen des Buchstaben so, wie er im Wort zu sprechen ist.

Die Messungen der Buchstabenreaction ergaben die Werthe, die in der folgenden Tabelle zusammen mit den Wortreactionen enthalten sind. Dr. Fürer und Dr. Trömner machten zum ersten Male derartige Versuche. Bei dem Ersteren verschwindet der Unterschied der beiden Reactionen, wenn man die Mittel aus je 25 Einzelmessungen vergleicht. Diese sind für die Wortreaction 416, 409, 384, 375, für die Buchstabenreaction 390, 364. Man sieht leicht,

1) a. a. O. S. 370.

Tabelle XIII. *O—S.*

	Reich.	Fürer	Trömn.	Roemer
Wortreaction	398[1]	398	448	450
Buchstabenreact.	421	375	431	461

dass die beiden letzten Werthe des ersten Versuches dem zweiten sehr nahe stehen. Bei Dr. Trömner liegt kein ähnliches Verhältniss vor. Bei ihm scheint die Auffassung von einzelnen Buchstaben relativ leicht vor sich zu gehen; er äußerte auch, dass er das ganz bestimmte Gefühl davon gehabt habe, während uns Anderen die Buchstabenreactionen deutlich »schwerer« vorkamen, als die Wortreactionen. Die erhaltenen Zahlen bestätigen im Uebrigen unsere obigen Voraussetzungen.

Ich komme nun zur Besprechung der mit 2 Schallschlüsseln ausgeführten Versuche (Zeile 4 in Tab. XI). Die Zahlen sind: 323, 260, 265, 215. Die großen Schwankungen der Werthe fallen sofort in die Augen. Ich muss gestehen, dass ich zunächst aufs höchste darüber erstaunt war und lange Zeit vergeblich nach einer Erklärung für diese auffällige Erscheinung gesucht habe. Im Apparate konnte der Fehler nicht gut liegen. Denn der einzige Umstand, der hier zu Schwankungen Veranlassung geben könnte, ist der remanente Magnetismus, und dieser schwankt nur auf und ab mit der Stromstärke, und zwar, wie ich gefunden hatte, in sehr engen Grenzen. Das kann man aber durch die regulirbare Feder verhindern. Abermals war es das Wahrscheinlichste, dass die Ursachen auch dieser Unregelmäßigkeiten in der Versuchsperson selbst lagen. Ich suchte zunächst genau festzustellen, welchen Einfluss die Sprechdauer des Reizwortes auf die Reactionszeit hat. Ursprünglich nahm ich an, dass der Perceptionsact erst beginnen könne, wenn das Reizwort vollständig oder fast vollständig ausgesprochen sei. Die eigentliche Reactionszeit muss dann um den größten Theil jener Sprechdauer verlängert werden. Bedenken wir, dass der Strom des Elektromagneten nicht beim ersten Buchstaben,

1) Arithmetisches Mittel aus den Werthen Tab. XII, Zeile 1.

sondern beim ersten Vocale unterbrochen wird, und dass die Zeitmessung erst beginnt, wenn der Anker auf seiner Unterlage angekommen ist, was nach 25 σ der Fall ist, so würden etwa $^2/_3$ der Sprechdauer in die gemessene Zeit fallen, wenn wir die Sprechdauer mit Kraepelin zu 120—150 σ annehmen. Vorausgesetzt also, dass der Perceptionsact erst beginnt, nachdem das Reizwort gesprochen ist, würde die absolute Wortreaction bei Anwendung zweier Schallschlüssel 80—100 σ kürzer sein als die gemessene. Ganz ähnlich würden für den Lippenschlüssel die Verhältnisse liegen, wenn der persönliche Fehler auszuschließen wäre. Kraepelin[1]) kommt zu ähnlichen Schlüssen und sagt: »Die Annahme einer mittleren Sprechdauer für alle (einsilbigen) Wörter ist daher ziemlich gut gerechtfertigt, und die wahre Reactionszeit könnte man somit, wenn man auf die Ermittelung absoluter Werthe ausgeht, wohl am besten etwa in der Mitte dieser Sprechdauer beginnen lassen.« Diese hat Kraepelin aus den sog. Leseversuchen berechnet, ein Verfahren, das jedenfalls ziemlich genau ist. Indessen habe ich versucht, die Sprechdauer einer Silbe unmittelbar am Kymographion zu messen. In den Stromkreis des Elektromagneten am Schallschlüssel schaltete ich ein elektrisches Signal ein; sobald ich ein Wort gegen die Membran sprach, wurde jedesmal bei einem Vocale der Strom unterbrochen, und das Signal machte einen Oeffnungsstrich. Ich wählte zweisilbige Wörter und setzte im Durchschnitte das Stück vom Beginne des ersten Vocales bis zu dem des zweiten einer Silbe gleich. Nach dem ersten deutlichen Oeffnungsstriche folgten zunächst einige Nachschwingungen des Signales, bis es sich stets vor Beginn des zweiten Vocales so gut wie völlig beruhigt hatte. Der Strom war dann wieder geschlossen, und erst beim Sprechen des zweiten Vocales erfolgte abermals ein deutlicher Oeffnungsstrich. Da ich recht genau sprechen musste, war von vornherein zu erwarten, dass die Zeiten länger ausfallen würden, als bei den Leseversuchen. Der Einfachheit halber wählte ich Wörter, die mit einem Vocale beginnen. Tab. XIV enthält die Ergebnisse der Messungen; die Zahlen bedeuten die Zeit zwischen erstem und zweitem Vocale in Hundertel-Secunden.

1) a. a. O. S. 21.

Tabelle XIV.

Abel	18	Essex	23	Igel	19	Ober	25	Unfall	26	30	Autor	26	
Andacht	22	Essig	24	Iltis	23	Obhut	26	Unsinn	28	30	Auge	26	
Abkunft	25	Erle	24	Irma	20	Ochse	27	Urkraft	27	30	Eiseck	27	
Abfall	23	Enkel	24	Imbiss	23	Onkel	26	Urschel	20	23	Eugen	27	
Apfel	24	Ente	21	Iffland	17	Orchis	22	Uhrwerk	23	—	Eutin	26	
Absinth	24	Empfehl	25	Irrsinn	22	Otto	17	Ulme	27	—	Eubel	28	
Achsel	23	Ernsthaft	24	Iskra	23	Oktav	20	Unschlitt	27	30	Ueppig	25	
Asche	20	—	—	Inbrunst	22	—	—	Unter	21	23	Uexküll	31	

Aus diesen Messungen geht hervor, dass die Sprechdauer zwischen 0,17 und 0,28 Sec. schwankt, je nachdem das Wort einen langen Vocal oder mehrere Consonanten oder beides zusammen enthält. Die Einzelheiten dieses Verhältnisses sind leicht aus der Tabelle zu ersehen und erfordern keine genauere Besprechung. Die doppelten Zahlen hinter den mit U beginnenden Worten bedeuten, dass die Worte zum zweiten Male etwas langsamer gesprochen wurden. Die Messungen am Kymographion würden also beinahe doppelt so große Werthe für die Sprechdauer ergeben als die Leseversuche. Darin liegt kein auffälliger Widerspruch. Bei den Leseversuchen wird mit möglichst großer Geschwindigkeit und vor allem nicht laut gelesen, bei den Versuchen am Kymographion deutlich und laut, also viel langsamer; außerdem aber muss man bedenken, dass wir beim Sprechen mehrsilbiger Worte nach jeder Silbe eine kleine Pause machen, welche bei der von mir gewählten Methode offenbar mitgemessen wird. Die Sprechdauer für ein einsilbiges Reizwort dürfte also wohl in der Mitte zwischen diesen beiden Berechnungen liegen, etwa zwischen 150 und 200 σ.

Endlich habe ich noch versucht, den Theil der Sprechdauer, um den die Reactionszeit bei Anwendung des Schallschlüssels verlängert wird, unmittelbar für einige Personen zu bestimmen, indem ich nicht Worte, sondern einzelne Vocale nachsprechen ließ. Die Differenzen zwischen Wort- und Vocalreaction mussten diese Zeit,

so nahm ich an, genau wiedergeben. Ich war daher sehr erstaunt, folgende Zahlen zu erhalten.

Tabelle XV.

S—S	Reichert				Fürer	Trömn.	Roemer
Wortreact.	323	260	265	215	335	362	444
Vocalreact.	(215)	(215)	(215)	215	209	322	362
Differenz	108	45	50	—	126	40	82

Nur für den ersten Versuch von Dr. R., für den von Dr. F. und den meinen besteht eine Differenz beider Reactionen, die der in Frage kommenden Sprechdauer gleichkommen könnte. Für die übrigen trifft das nicht zu, und im letzten Versuche von Dr. R. ist die Vocalreaction sogar der Wortreaction genau gleich. Zwischen diesem Verhältnisse und dem bei Dr. F. bestehen offenbar fließende Uebergänge. Das kann nichts anderes bedeuten, als dass wir in den meisten Fällen schon mit dem Perceptionsacte beginnen, während das Reizwort noch gesprochen wird, und dass wir oft das Reizwort erst appercipiren, wenn wir es nachsprechen oder nachgesprochen haben; es bedeutet ferner, dass diese Vorgänge sehr verschieden ablaufen können. Dass derartiges gerade bei Reactionen auf akustische Reize vorkommt, liegt offenbar daran, dass hier die Möglichkeit gegeben ist, den Klang des Reizwortes rein mechanisch nachzuahmen. Bei dem Nachsprechen von Vocalen wird das offenbar noch eher der Fall sein, als bei dem von ganzen Worten. So erklären sich die typischen Unterschiede in der Vocalreaction zwischen Dr. Reichert und Dr. Fürer (215 und 209) einerseits, Dr. Trömner und Roemer (322 und 362) andererseits. Bei diesen beiden fand anscheinend vor der Bewegungsauslösung die begriffliche Auffassung des Reizes statt. Die rein mechanische Nachahmung des Reizes bei der Wortreaction hat sicher im 4. Versuche von Dr. R. stattgefunden. Im ersten war das noch nicht der Fall, sondern diese Erscheinung kam erst nach und nach zu Stande. Eine derartige Mechanisirung eines psychischen Vorganges pflegt sich ja stets erst

bei vorgeschrittener Uebung einzustellen. Besonders bei seinem letzten Versuche versprach Dr. R. sich sehr häufig in der Art, dass er irgend ein — meist sinnloses — an das Reizwort anklingendes Wort vorbrachte; er verstand dann, wie er selbst erklärte, das Reizwort erst, während er es nachsprach, oder nachdem er es gesprochen hatte. Aehnliches war bei Dr. F., seiner eigenen Aussage nach, des öfteren der Fall, wenn auch nicht in dem Maße wie bei Dr. R. Wahrscheinlich können sich bei den verschiedenen Personen diese Vorgänge: mechanisches Nachahmen des Reizes auf der einen, begriffliche Auffassung auf der anderen Seite mit dem dritten Umstande, dem Beginne der Wahrnehmung in den verschiedenen Abschnitten der Sprechdauer des Reizwortes in einer Weise verbinden und vermischen, die jeder Person eigenthümlich ist. Näheres darüber lässt sich freilich nach dem vorliegenden Materiale nicht sagen. Fest steht nur, dass bei den Wortreactionen auf akustischen Reiz eine größere Neigung zur rein mechanischen Wiederholung, zu einer Art motorischer oder musculärer Reaction besteht als bei optischem Reize. Das mahnt natürlich bei der Verwerthung der betr. Zahlen zur Vorsicht. Ein Vergleich der mit dem optischen Reizapparate gewonnenen Werthe mit den zuletzt besprochenen ist unter den geschilderten eigenartigen Verhältnissen nicht angebracht. Für die sensorisch reagirenden Personen Tr. und Roem. lässt sich sagen, dass die Differenz zwischen Vocal- und Buchstabenreaction wahrscheinlich der Differenz zwischen Reaction auf Schall- und Lichtreize entspricht. Nach einer einzigen Versuchsreihe darf man natürlich nicht erwarten, einen für alle Fälle giltigen Werth zu erhalten. Nur um zu zeigen, dass der hier berechnete mit den früher aus den Wahlreactionen berechneten übereinstimmt, will ich kurz darauf eingehen. Die corrigirten Vocalreactionen betragen:

	für Dr. Trömner		Roemer
	347		387
die Buchstabenreaction	431		461 . Es ergiebt sich
also eine Differenz von	84	und	74 σ.

Der betr. Werth für Roemer aus den Wahlreactionen ist 73 σ.

Schließlich gebe ich in Tabelle XVI. noch die Streuung der Werthe für sämmtliche Versuche mit Wortreactionen in übersicht-

licher Gruppirung wieder. Wenn ein Versuch nur aus 50 Messungen bestand, habe ich die Differenz der 13. von der 38. Zahl als Mittelzone angenommen.

Tabelle XVI.

Versuchsperson Dr. Reichert.

Registrir.	Groß	Aschaff.	Roem.	Roem.	Roem.
L—L	104	78	67	117	—
L—S	81	97	119	122	115
S—L	52	67	69	—	—
O—L	53	53	59	—	—
O—S	51	43	53	39	50
S—S	52	57	74	64	—

Die folgende Tabelle enthält die Streuung in den Versuchen der übrigen Personen und das arithmetische Mittel der Streuung in den Versuchen von Dr. R. Tab. XVI, Zeile 5 und 6.

Tabelle XVII.

Versuchspersonen	Reich.	Fürer	Trömn.	Roem.
O—S	47	49	53	44
S—S	62	79	99	52

Die Streuung in Tabelle XVI ist am größten und schwankt am meisten in Zeile 1 und 2, in den Versuchen also, wo der Registrirende mit dem Lippenschlüssel arbeitete. In den Versuchen, wo der Reagirende denselben benutzte (Zeile 3 und 4), ist die Streuung geringer und ziemlich gleichmäßig. Die Breite der Streuung hängt also in hohem Maße von den Schwankungen des persönlichen Fehlers beim Registrirenden ab. Die kleinste und gleichmäßigste Streuung zeigt Zeile 5 bei den Versuchen mit opti-

schem Reize; eine etwas größere weist Zeile 6 auf. In Tabelle XVII finden wir für die Wortreaction auf optischen Reiz eine recht befriedigende Uebereinstimmung zwischen den verschiedenen Personen. Die Abweichungen für die Wortreaction auf akustischen Reiz erklären sich wohl durch die Unterschiede des Auffassungsvorganges, von denen oben ausführlich gesprochen wurde.

Fassen wir jetzt die Ergebnisse der Wortreactionsversuche kurz zusammen, so lässt sich sagen:

1. Beim Experimentiren mit 2 Lippenschlüsseln wird von beiden Versuchspersonen ein gewisser Fehler begangen, der meist eine Verlängerung der zu messenden Zeiten bedingt.

2. Die mit dem optischen Reizapparate und dem Schallschlüssel (*O—S*) und (*S—S*) ausgeführten Messungen zeichnen sich im allgemeinen durch eine größere Uebereinstimmung der einzelnen Werthe für die verschiedenen Versuchspersonen, sowie durch eine geringere und gleichmäßigere Streuung aus als die mit dem Lippenschlüssel erhaltenen.

3. Abweichungen der mit dem neuen Verfahren gewonnenen Werthe von der Norm, welche bei der Anordnung *S—S* vorkommen, sind nicht im Apparate, sondern in den Versuchspersonen begründet.

Die Brauchbarkeit der Apparate ist, wie ich meine, durch die obigen Ausführungen hinreichend bewiesen. Nach den erhaltenen Versuchsergebnissen eignen sich beide zur Ausführung von Wahlreactionen als Reizapparate; außerdem ist der Schallschlüssel stets als Reactionsapparat verwendbar. Zur Ausführung von Wortreactionen nimmt man am besten den optischen Reizapparat, bei einsilbigen Reizworten unter Umständen auch den Schallschlüssel. Zu Associationsversuchen sollte man der Genauigkeit halber nur den optischen Reizapparat verwenden, schon um die großen zweisilbigen Worte mit heranziehen zu können. Die Messungen von Associationsreactionen mittelst der 2 Lippenschlüssel haben bestimmte Unterschiede für die einzelnen Arten von Associationen noch nicht ergeben. Der Grund könnte vielleicht darin liegen, dass sich beim Associiren besonders der Fehler des Reagirenden und die Schwankungen desselben sehr steigern dürften.

Mit genauen Apparaten sind meines Wissens Messungen von

Associationen in großer Anzahl noch nicht ausgeführt worden. Es ist daher wohl möglich, dass man mit den neuen Apparaten gesetzmäßige Unterschiede für gewisse Gruppen von Associationen gewinnen könnte; ich hoffe an anderer Stelle auf diese Frage zurückkommen zu können.

In erster Linie sollen die besprochenen Apparate den psychologischen Methoden der Psychiatrie dienen, und ihr Vorzug besteht demnach besonders darin, dass sie uns die Versuche an Kranken bedeutend erleichtern. Sodann aber sollen sie neben der Genauigkeit ihrer Messungen auch eine gewisse Schnelligkeit des Arbeitens gewährleisten. Bei einer Aufstellung der Apparate, die nur eine vorläufige und keineswegs die denkbar günstigste war, habe ich zuletzt mit *O—S*, *S—S* und *S—T* ohne Schwierigkeit 100 Messungen in 10—12 Minuten ausgeführt. Zum Wechseln der Karten beim optischen Reizapparate ist dann allerdings eine besondere Person nöthig. Wie genau trotz der Schnelligkeit die Versuche ausfielen, das beweist am besten ihre geringe Streuung.

Die Verwendung des optischen Reizapparates lässt sich übrigens noch viel weiter ausdehnen, als das in den hier besprochenen Versuchen geschehen ist. Auf den einzuschiebenden Karten kann man nämlich auch irgend welche andere Reize, Farben, Figuren, Ziffern, sinnlose Silben u. s. w. anbringen. Ferner habe ich auf weiße Karten je zwei ein- oder zweistellige Zahlen drucken lassen, die durch einen starken senkrechten Strich von einander geschieden sind, z. B.:

2 | 5 oder 9 | 14

Indem man der Versuchsperson die Aufgabe stellt, die erscheinenden Zahlen zu einander zu addiren, zu subtrahiren u. s. w. würde man immer verwickeltere und schwierigere psychische Vorgänge zu Zeitmessungen heranziehen können. Thatsächlich sind in der Heidelberger Klinik mehrfach Versuche an Kranken mit den neuen Apparaten ausgeführt worden, nicht nur Wahl-, Wort- und Buchstabenreactionen, sondern auch Associationsreactionen und Erkennungsreactionen z. B. für Farben, endlich Additions- und Multiplicationsversuche. Als Reizapparat diente meist der optische, während die Kranken mit dem Schallschlüssel arbeiteten. Die Ver-

suche gingen ohne weitere Schwierigkeiten oder Störungen vor sich. Bei besonnenen Epileptikern, bei leicht deprimirten oder leicht hypomanischen Personen nimmt das nicht Wunder. Dieselben Versuche ließen sich aber auch — und das ist sehr wichtig — verhältnissmäßig leicht an solchen Kranken durchführen, für welche wohl die meisten Sachverständigen von vorn herein die Möglichkeit einer psychologischen Untersuchung leugnen würden, z. B. an apathischen Hebephrenen und selbst bei etwas erregten Paralytikern, die für gewöhnlich kaum zu fixiren waren. Diese Kranken führten z. B. in der geschilderten Weise Additions- oder Multiplicationsversuche aus, ja, sie ließen sich zu einer Reihe verwickelter Associationsreactionen heranziehen, indem sie beispielsweise nach dem Erscheinen des Reizwortes vor dem Schallschlüssel das Urtheil abgaben, ob jenes Wort etwas Lebendes oder Nichtlebendes, ob es etwas Angenehmes oder Unangenehmes bezeichne. Die Möglichkeit, derartige psychische Vorgänge gerade bei Kranken messen zu können, ist gewiss von Werth für die psychiatrische Forschung. Auf die Brauchbarkeit und Nothwendigkeit eines optischen Reizapparates zu solchen Zwecken hat Kraepelin bereits in seinem Aufsatze »der psychologische Versuch in der Psychiatrie« [1]) hingewiesen. Ich muss es mir versagen, auf diese Einzelfragen hier näher einzugehen; mein Zweck war nur, unsere psychologische Methodik in einem der Punkte, wo es mir besonders nöthig schien, zuverlässiger zu gestalten, ohne sie zu erschweren.

---

1) Psycholog. Arbeiten, Heft 1, S. 11 u. 18.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.